

Chapitre 1 Principes fondamentaux de l'optique géométrique

I - Introduction

I-1- Généralités

I-2- Optique géométrique et optique physique

II - Nature de la lumière

II-1- Lumière blanche

II-2- Vitesse de propagation

II-3- Indice de réfraction

III - Autres théories de la lumière v

III-1- Théorie ondulatoire

III-2- Théorie corpusculaire

IV - Principes et lois de l'optique géométrique

IV-1- Le rayon lumineux

IV-2- Rayon lumineux dans l'expérience

IV-3- Observations et hypothèses

IV-4- Principes de l'optique géométrique

IV-5- Les lois de Descartes

IV-5-1- Réflexion

IV-5-2- Réfraction

IV-5-3- Les Limites de réfraction

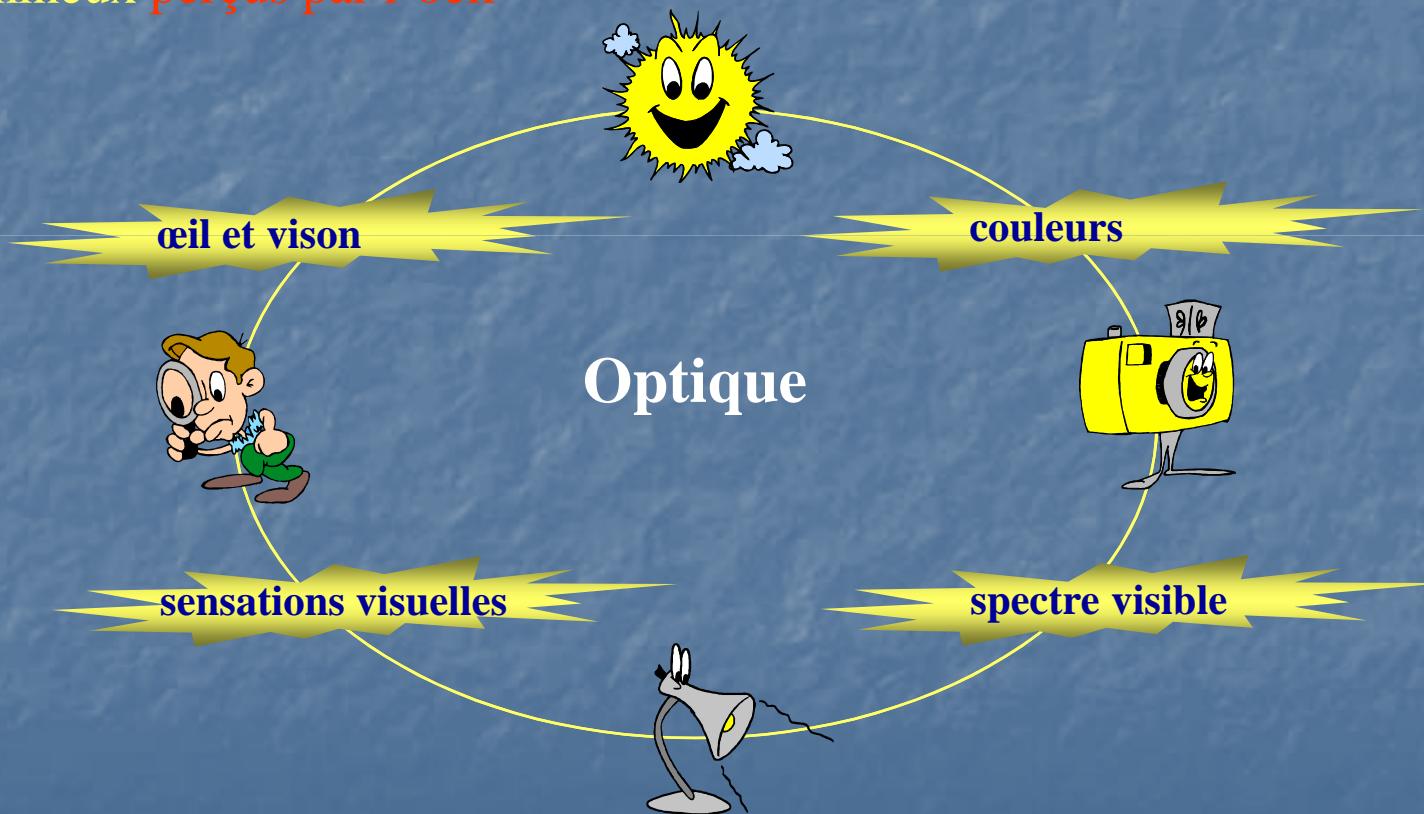


I – Introduction

I-1- Généralités

L'optique ?:

Partie de la physique qui s'intéresse à l'étude des phénomènes lumineux perçus par l'oeil



Source de lumière :

- 👉 - Objet qui émet un rayonnement : Soleil, étoiles, lampes etc...
- 👉 - Objet éclairé par une source de lumière et réfléchi ou diffuse une partie de la lumière



Milieux :

- 👉 Espaces situés entre un objet lumineux et un récepteur «œil» : milieux transparents, isotropes et homogènes

Indice de réfraction :

- 👉 Caractérisant un milieu transparent à la lumière. L'indice 'absolu' n se définit du fait d'une interaction entre la matière et la lumière la traversant : $n = c / v$

Rayon lumineux :

- 👉 Peut être défini comme une ligne droite éclairée

Lumière visible :

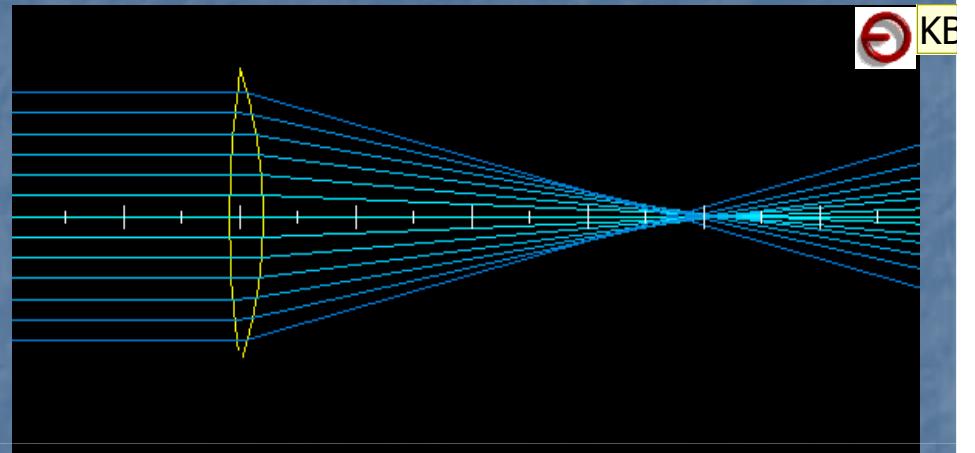
- 👉 Partie du spectre électromagnétique visible à l'œil nu. Elle est comprise entre l'Ultra-Violet et l'Infra-Rouge tel que : $0,39 \text{ } \mu\text{m} < \lambda < 0,76 \text{ } \mu\text{m}$

I-2- Optique géométrique - Optique physique

a) L'optique géométrique :

Etudie les effets macroscopiques de l'optique tel que :

- La propagation rectiligne
- La réflexion de la lumière
- La réfraction de la lumière



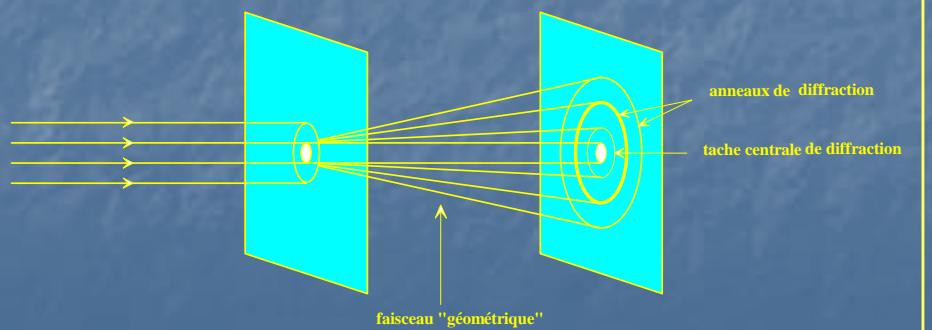
Propagation de la lumière / Figure animée

b) L'optique physique :

Etudie la relation entre la lumière et la matière. On l'interprète par des phénomènes tels que :

- La diffraction de la lumière
- Phénomène d'interférence
- Emission et absorption

Expérience de Diffraction



Diapositive 4

KB1

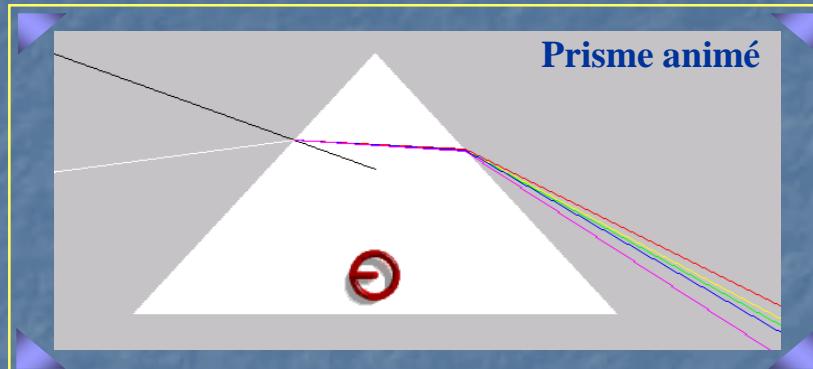
Khalid B; 07/04/2004

II – Notions sur la lumière

II-1- Lumière blanche

La lumière blanche fournie par le soleil ou une lampe à incandescence peut être décomposée par un prisme

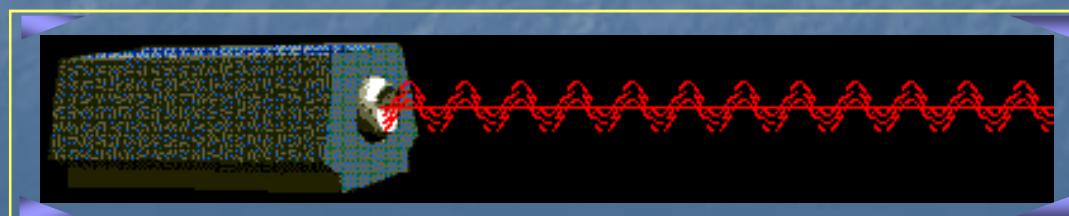
La radiation obtenue est monochromatique



👉 Prisme - figure animée

II-2- Lumière monochromatique

La lumière monochromatique est composée d' une seule couleur correspondant à une longueur d'onde λ bien définie



👉 Laser - figure animée

II-3- Vitesse de propagation

- La lumière se propage dans certains milieux transparents de façon presque instantanée
- Dans le vide, la mesure de la vitesse de la lumière faite par ROENER en 1676 a donné $c = 3 \cdot 10^8$ m/s
- Dans un milieu transparent, la vitesse v de la lumière dépend de l'indice de ce milieu

II-4- Indice de réfraction

- La théorie ondulatoire de la lumière permet de montrer que l'indice absolu n d'un milieu est tel que : $n = c / v$
- L'indice relatif $n_{2/1}$ d'un milieu 2 par rapport à un milieu 1 est le rapport $n_{2/1} = v_1 / v_2$

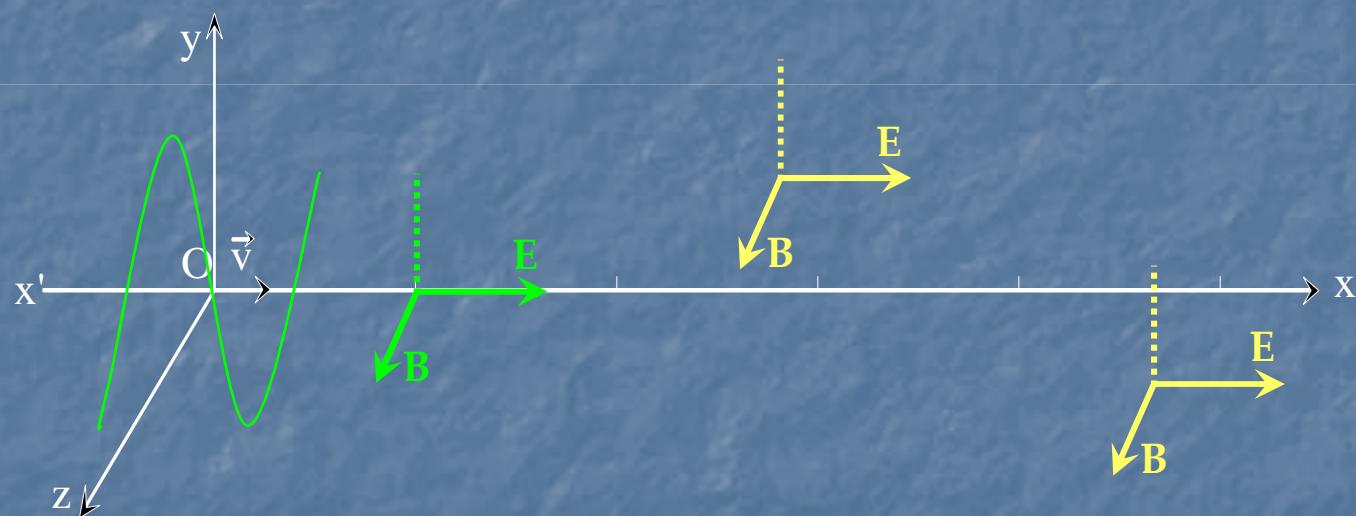
Exemples

élément	verre	diamant	NaCl	eau	éthanol	air	CO ₂
indice	1.50	2.41	1.54	1.33	1.36	1.0002	1.0004

III - Autres théories de la lumière

III-1- Théorie ondulatoire

Les interférences, diffraction → La lumière est une vibration que Maxwell identifia en 1867 aux ondes électromagnétiques, c'est-à-dire la superposition d'un champ électrique E et d'une induction magnétique B .



Si $\vec{E}(O,t) = \vec{E}_0 \cos \omega t$, on a donc $\vec{E}(M,t) = \vec{E}(O,t - \theta) = \vec{E}_0 \cos \omega(t - \theta) = \vec{E}_0 \cos \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right)$

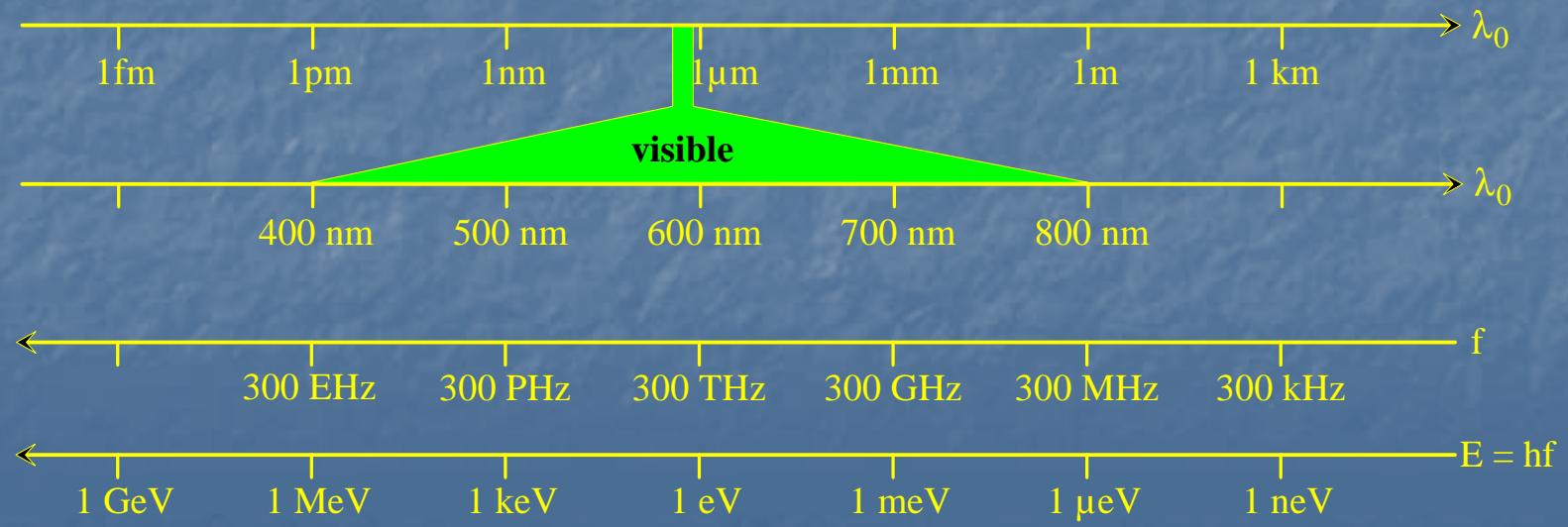
Relation entre λ , n , v et ν

$$\lambda = v \cdot T = \frac{c \cdot T}{n} = \frac{\lambda_0}{n} < \lambda_0$$

$$v = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{v}{\lambda}$$

$$n = \frac{c}{v} > 1 \quad n \geq 1$$

Spectre électromagnétique



III-2- Théorie corpusculaire

Expériences d'effet photoélectrique, effet Compton...

- Echanges d'énergie lumière-matière
- Energie lumineuse quantifiée
- $E = h\nu$ (h cte de Planck = $6,63 \cdot 10^{-34}$ Js)

☞ ν particule appelée photon

Interprétation

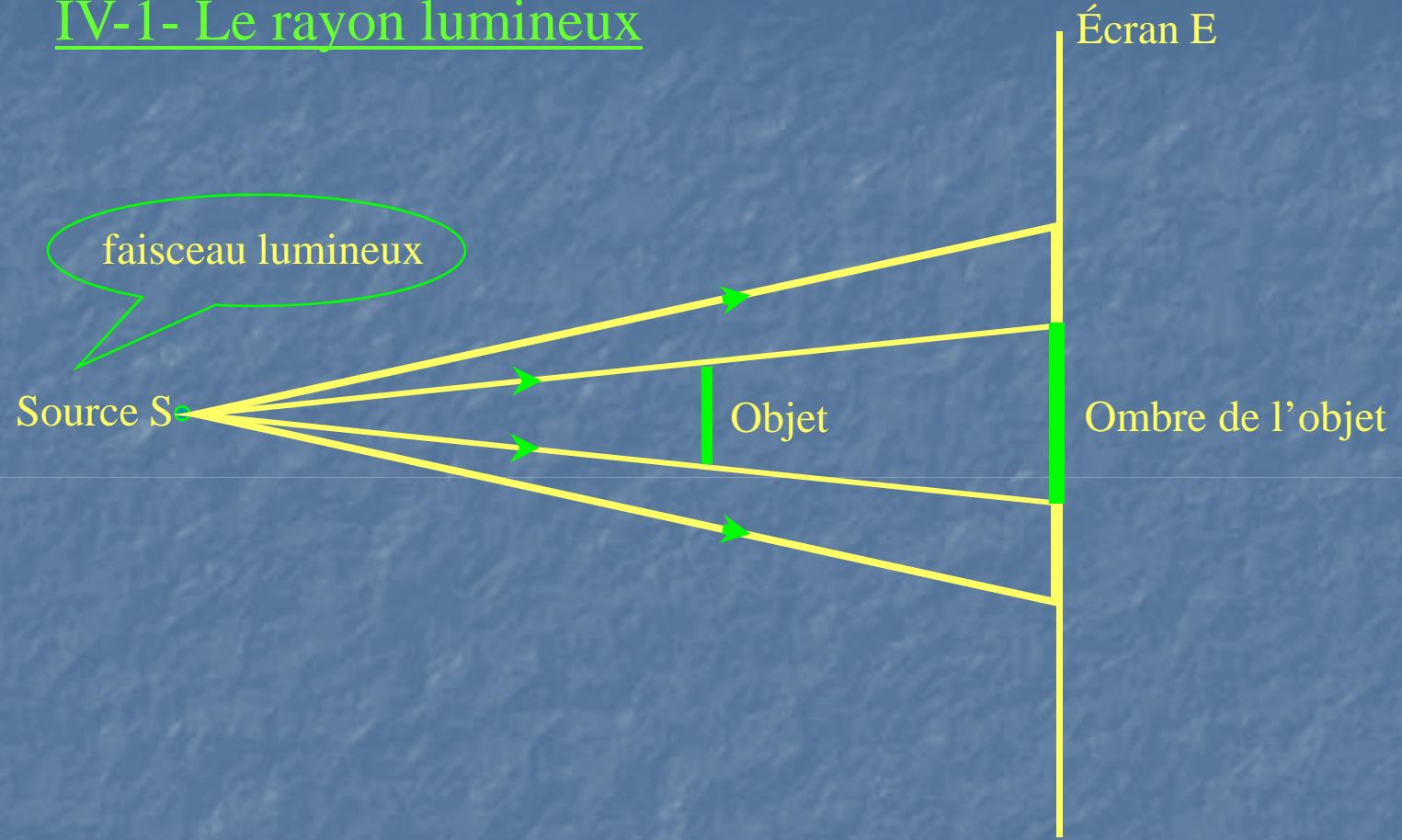
- Interactions matière-rayonnement
- Le photon est un corpuscule sans masse
- Sa vitesse est c et transportant la Quantité de mvt P

☞ $P = E/c = h\nu/c = h/\lambda_0$

l'optique géométrique, néglige l'aspect corpusculaire et s'appuie sur la notion de rayon lumineux qui représente des moyens commandes dans la formation des images.

IV - Principes et lois de l'optique géométrique

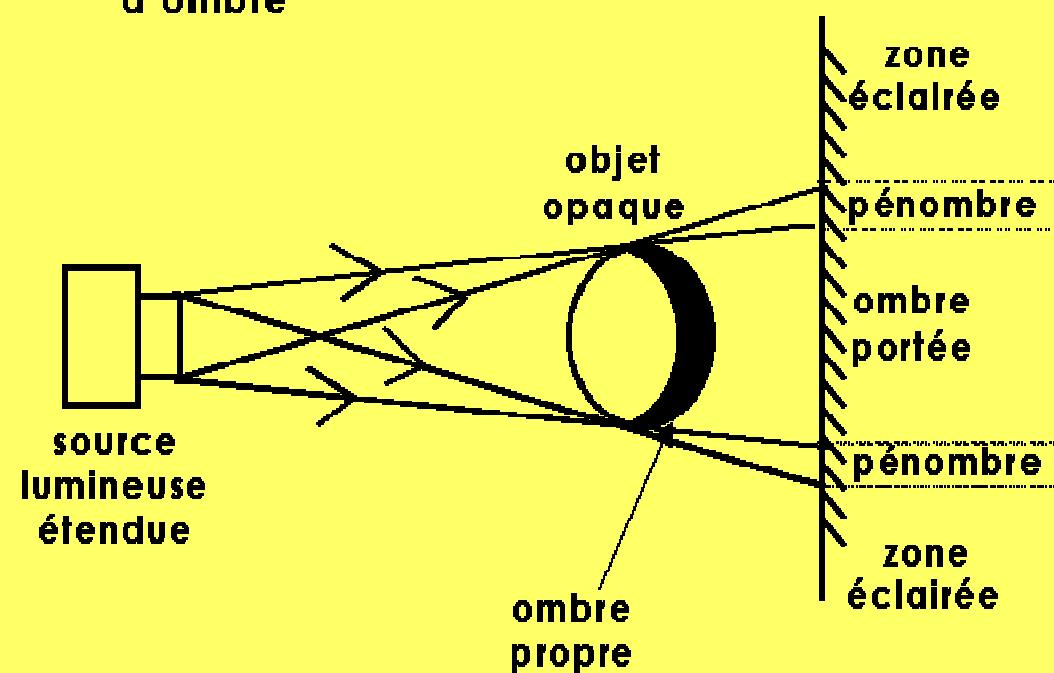
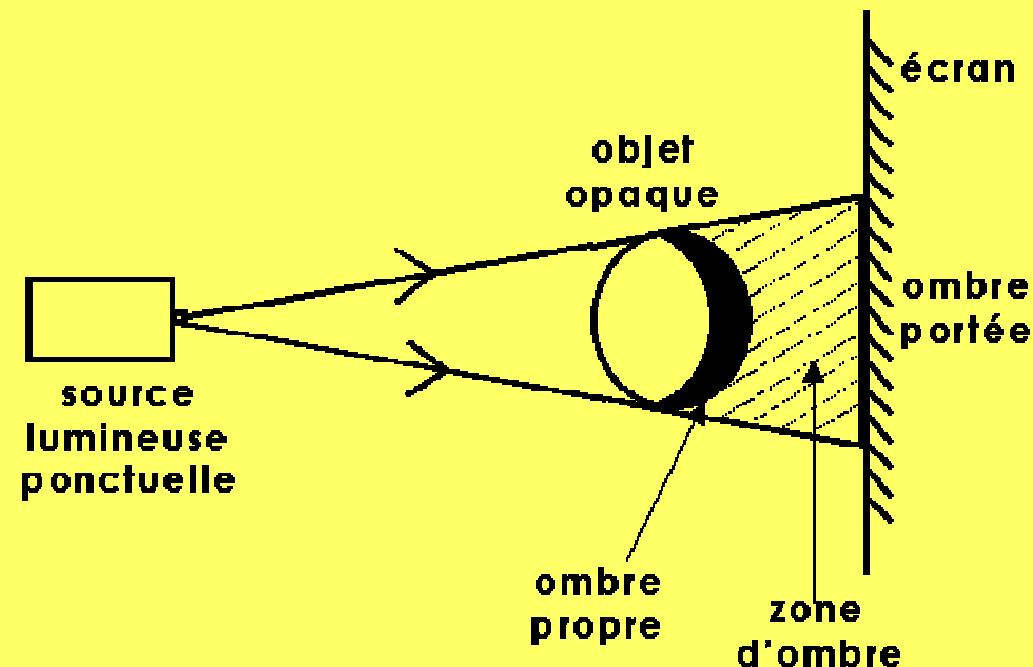
IV-1- Le rayon lumineux



Hypothèse

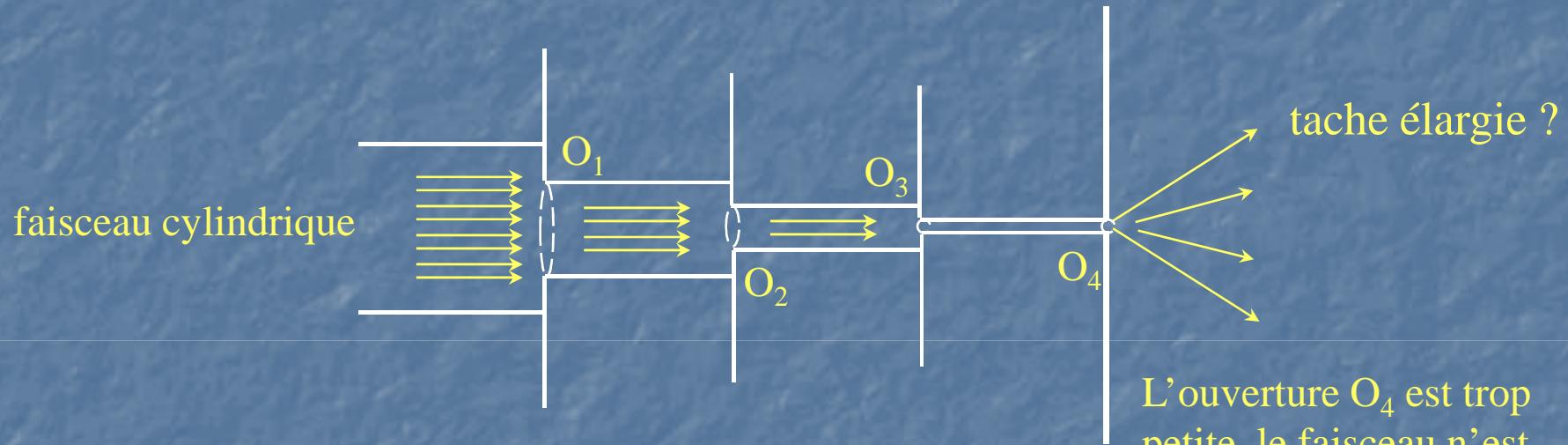
L'ombre portée sur E de l'objet est homothétique à l'objet, ce qui suggère que le faisceau lumineux issu de S soit constitué par des supports rectilignes

☞ Rayons lumineux



IV-2- Le rayon lumineux dans l'expérience

Expérience pour isoler un rayon lumineux :



Conclusion :

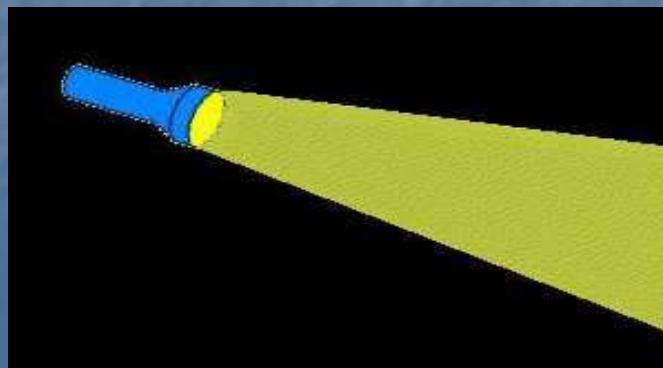
On ne peut pas isoler un rayon lumineux, cependant l'O.G étudie la marche des rayons lumineux dans les milieux transparents. Pour pouvoir déterminer la marche d'un rayon on doit énoncer les principes et lois qui régissent son comportement tel qu'il a été défini.

IV-3- Observations et hypothèses

- Gouttelettes d'eau microscopiques constituant la brume
- Ombre d'un objet
- Fumée de tabac dans un environnement lumineux
- Eclipses de la lune etc.



La lumière se propage en ligne droite



IV-4- Principes de l'optique géométrique

Chemin optique

On appelle chemin optique entre deux points M_1 et M_2 , appartenant à 2 surfaces d'ondes par :

$$L = (M_1 M_2) = \int n \cdot dl$$

Remarque: Si le milieu est homogène, n est constant alors: $L = n \cdot M_1 M_2$

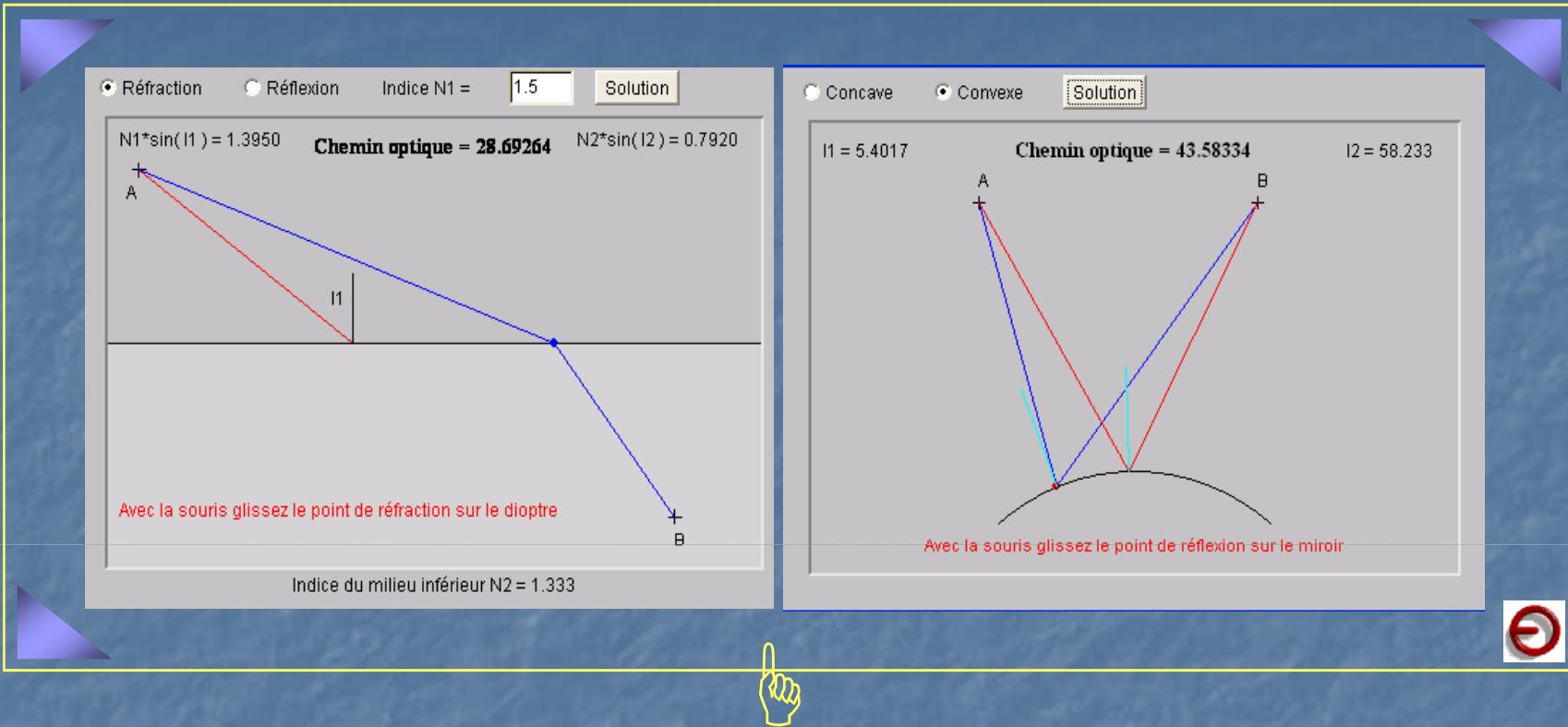
a) **Principe d'indépendance des rayons lumineux**

Dans un milieu homogène et transparent, les rayons lumineux se propagent de manière indépendante dans une même région de l'espace

c) **Principe de Fermat**

Le trajet suivi par les rayons lumineux pour aller d'un point M_1 vers un point M_2 est celui pour lequel le chemin optique est extrémal « $dL = 0$ »

Principe de Fermat par image !



Animation, cliquez !

b) Principe du retour inverse

Le trajet suivi par la lumière est indépendant du sens de propagation

IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

IV-5-1- Réfraction

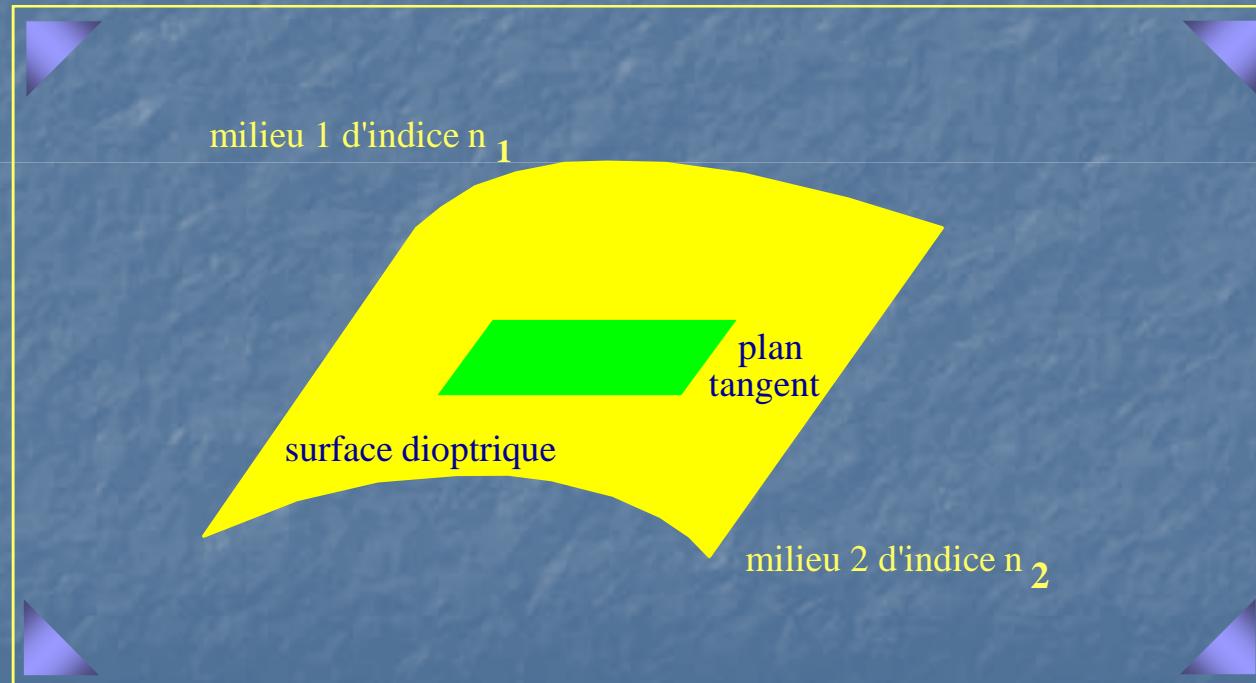
Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface S (on suppose que $n_1 < n_2$).

IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

IV-5-1- Réfraction

Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface S (on suppose que $n_1 < n_2$).

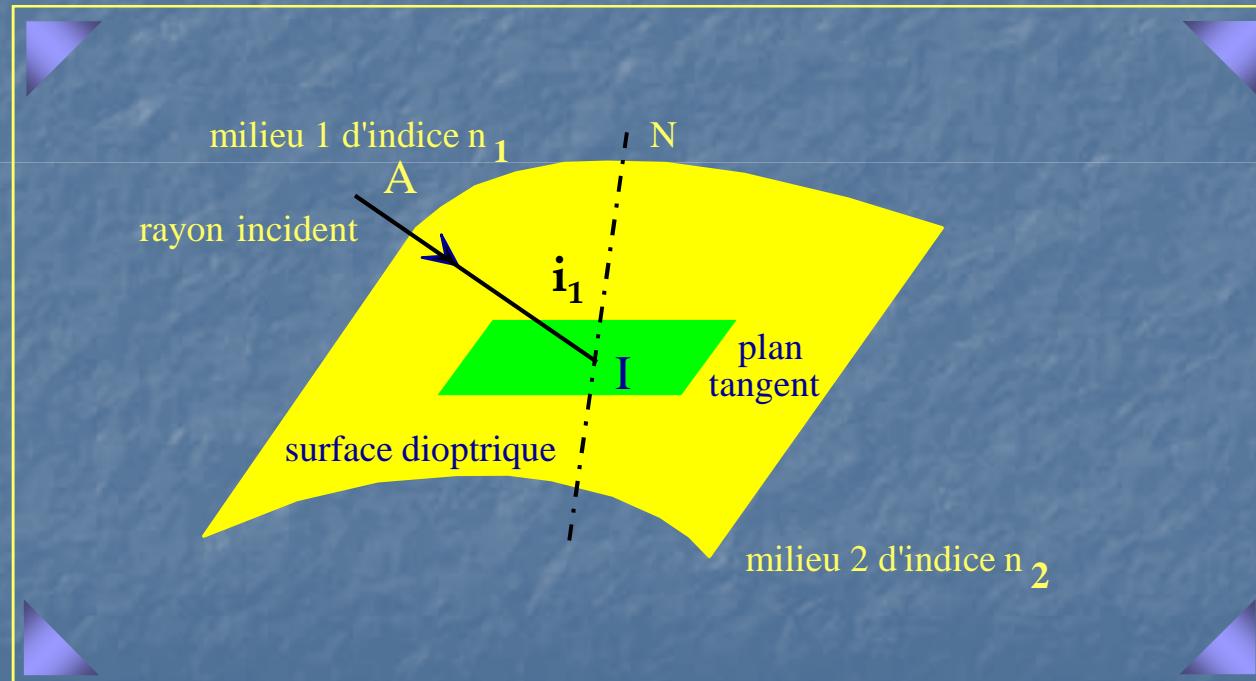


IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

IV-5-1- Réfraction

Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface S (on suppose que $n_1 < n_2$).

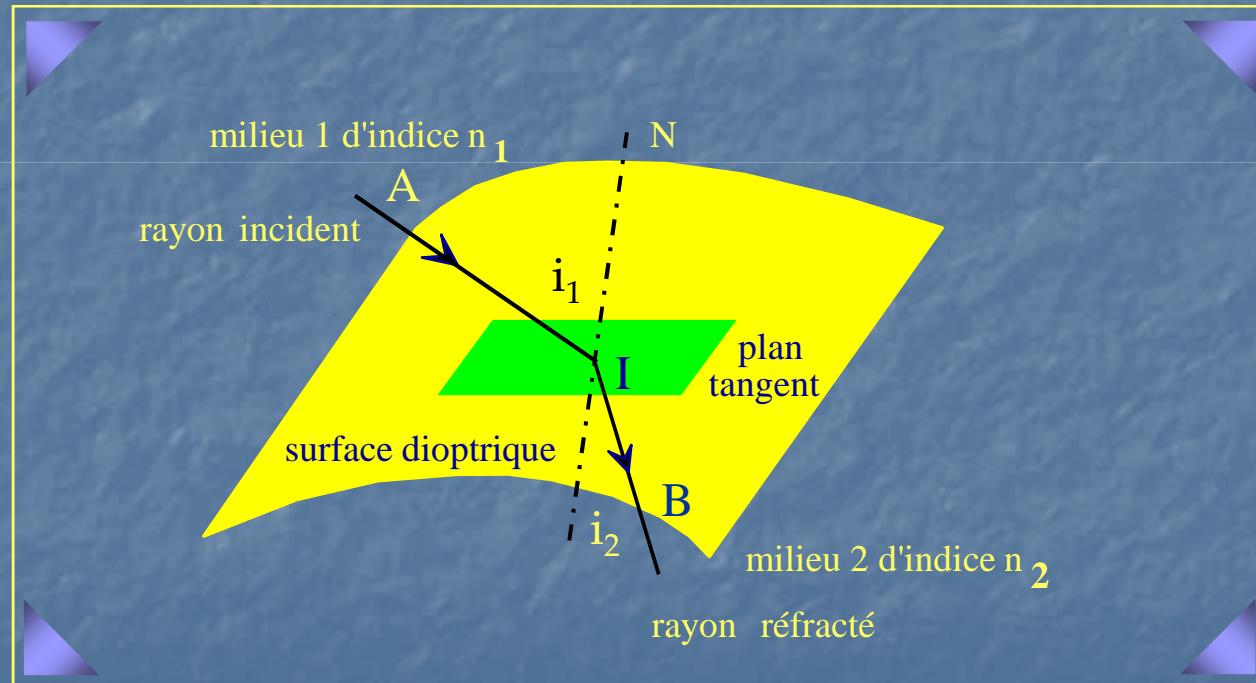


IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

IV-5-1- Réfraction

Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface S (on suppose que $n_1 < n_2$).

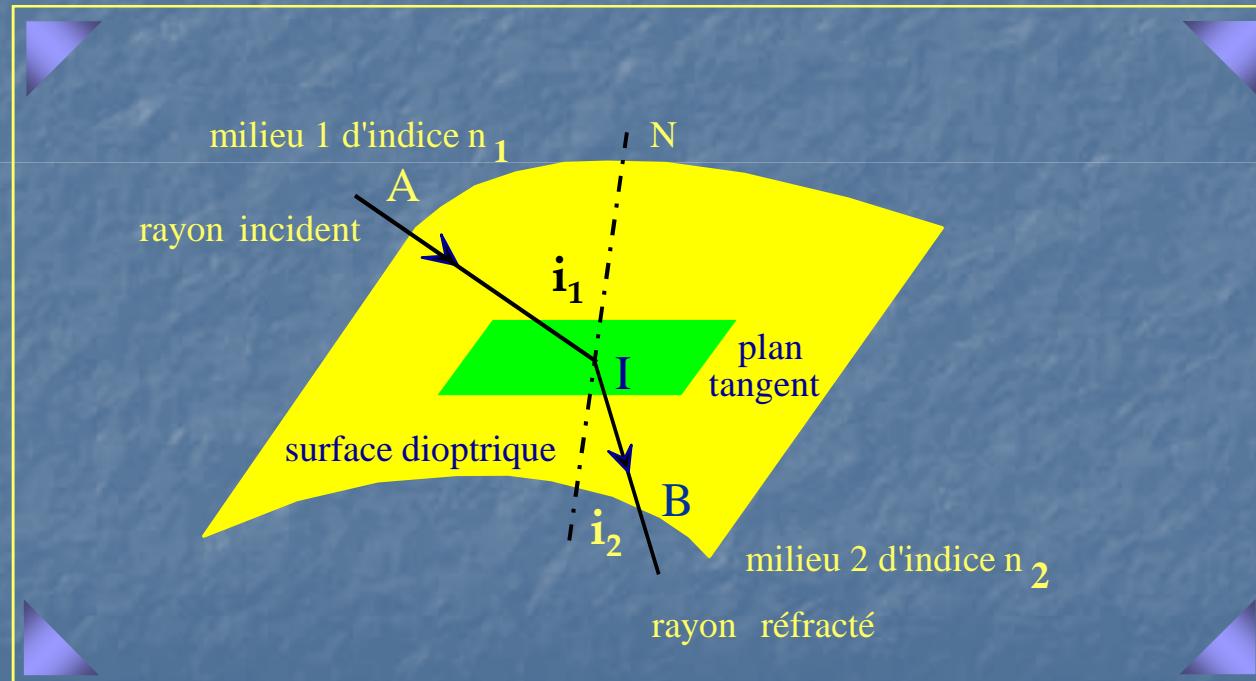


IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

IV-5-1- Réfraction

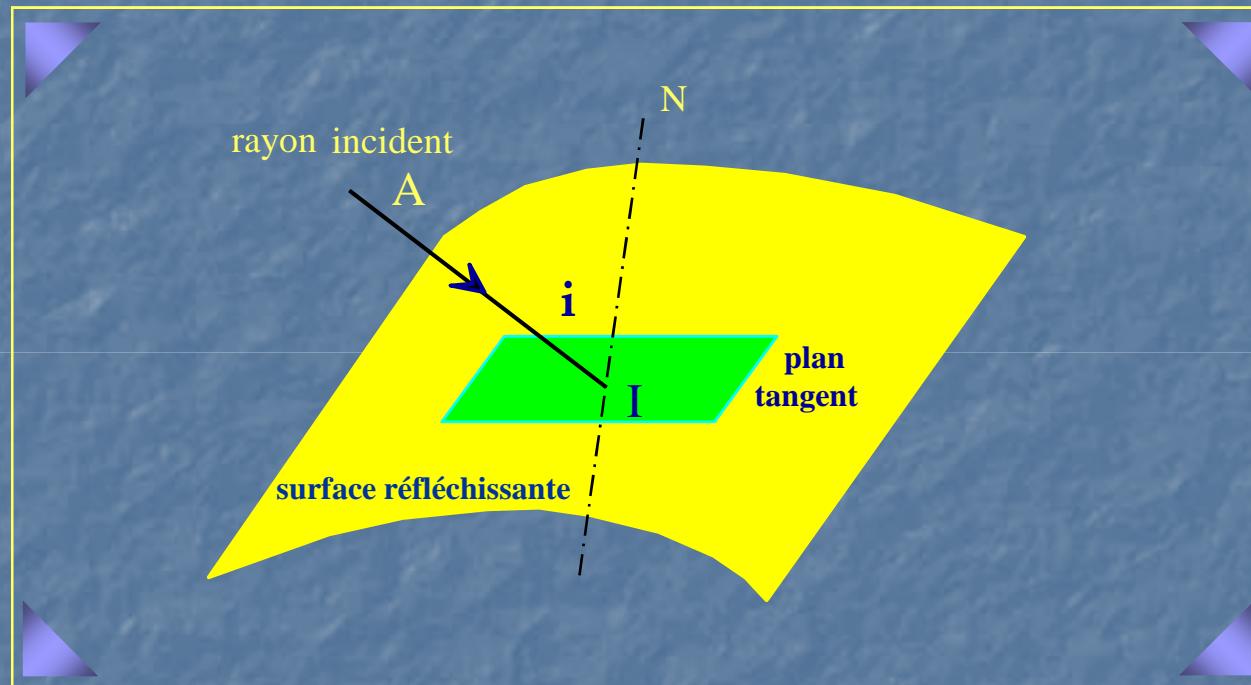
Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface S (on suppose que $n_1 < n_2$).



- i) AI et IB sont contenus dans un même plan d'incidence (AIB)
- ii) $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$

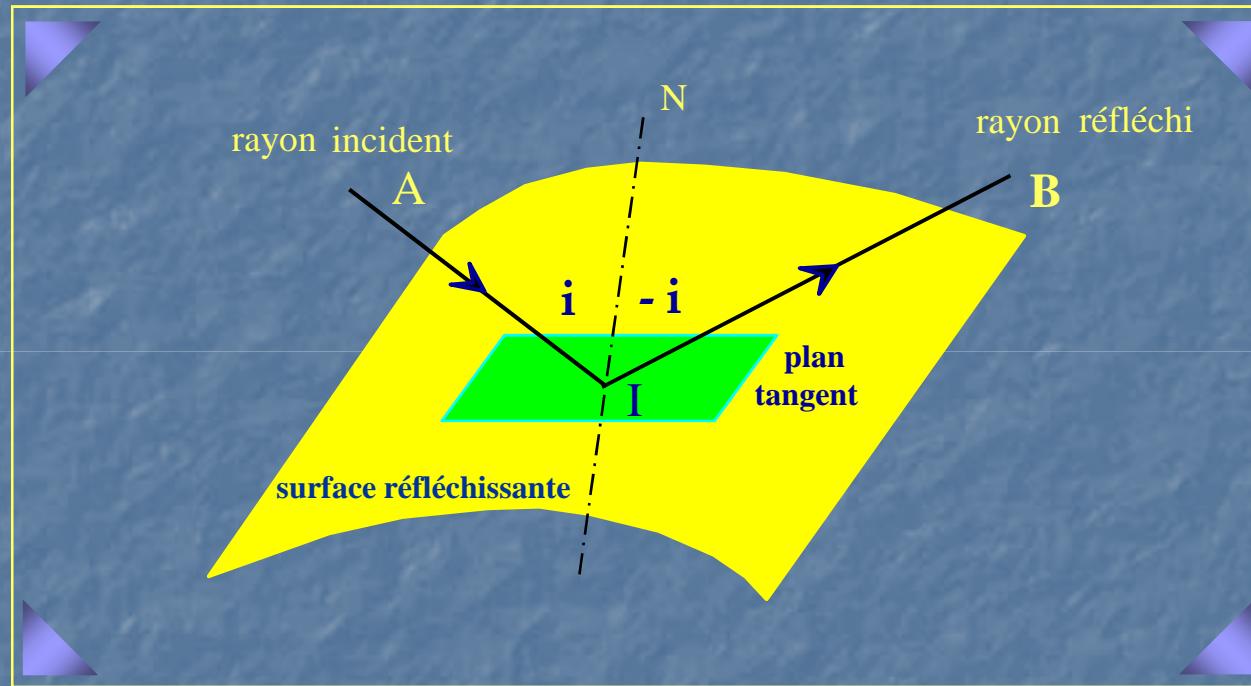
IV-5-2- Réflexion

Sur une surface parfaitement réfléchissante, un rayon lumineux (AI) issue d'un milieu quelconque, subit une réflexion dans le même milieu.



IV-5-2- Réflexion

Sur une surface parfaitement réfléchissante, un rayon lumineux (AI) issue d'un milieu quelconque, subit une réflexion dans le même milieu.

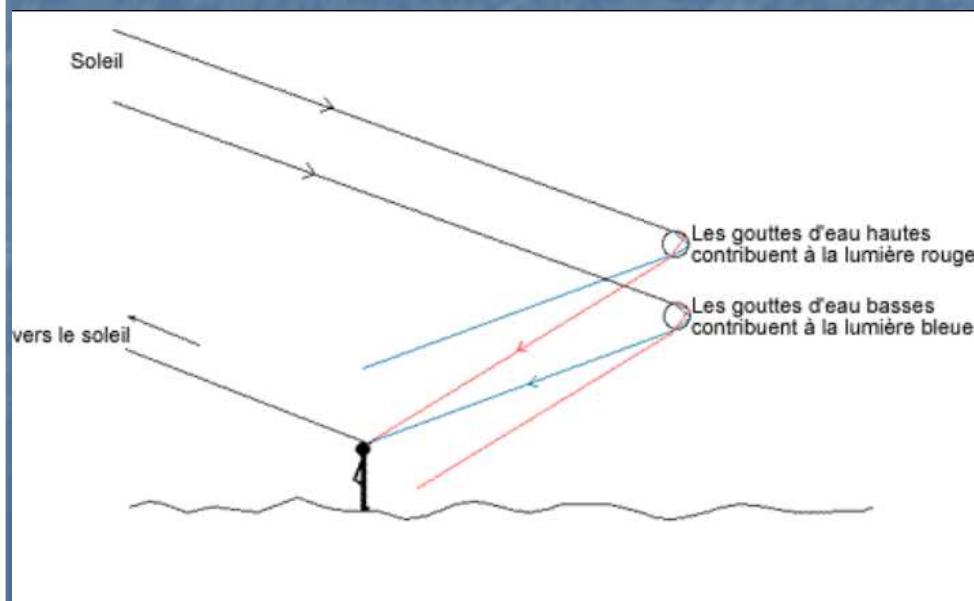


- i) AI et IB sont contenus dans un même plan d'incidence (AIB)
- i) L'angle d'incidence est égale à l'angle de réflexion : $i = -i$

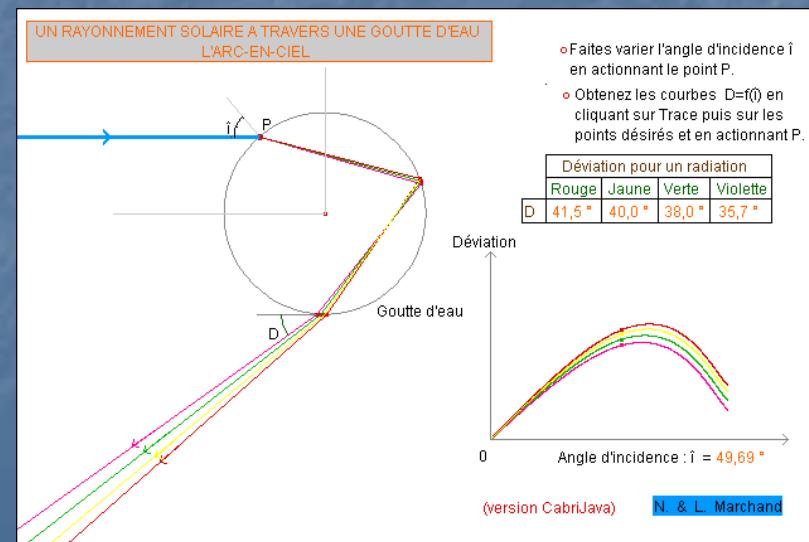
l'Arc en ciel



Observation



Explication



Réflexion totale :

Soit un rayon lumineux passant d'un milieux 1 dans un autre milieux 2 moins réfringent ($n_1 > n_2$).

la 2^{eme} loi de Snell-Descarte: $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$
 $n_1 / n_2 = \sin i_2 / \sin i_1 > 1$
 $i_2 > i_1$

- Pour un angle $i_2 = \pi/2$ maximal nous avons un angle ℓ limite
- ℓ est l'angle de réflexion totale: $\ell = \text{Arcsin}(n_2/n_1)$

Réfraction limite :

On effectue l'opération inverse, c'est à dire la lumière passe d'un milieu moins réfringent 1 vers un milieu plus réfringent 2 ($n_2 > n_1$)

la 2^{eme} loi de Snell-Descarte $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$
 $n_1 / n_2 = \sin i_2 / \sin i_1 < 1$
 $i_2 < i_1$

- Pour un angle $i_1 = \pi/2$ maximal nous avons un angle ℓ' limite
- ℓ' est l'angle de réfraction limite: $\ell' = \text{Arcsin}(n_1/n_2)$

IV-5-3- réfraction limite et réflexion totale par image

- Analyser les lois de Descartes mathématiquement
- Un milieu 1 d'indice n_1 est dit plus réfringent qu'un milieu 2 d'indice n_2 quand n_1 est supérieur à n_2 ($n_1 > n_2$)

 Animation, cliquez !

